

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-121887

(43)Date of publication of application : 23.04.2003

(51)Int.Cl.

G02F 1/167

(21)Application number : 2001-318161

(71)Applicant : DAINIPPON INK & CHEM INC

(22)Date of filing : 16.10.2001

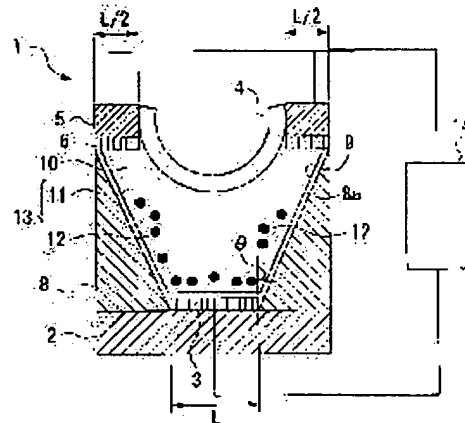
(72)Inventor : EBINE TOSHIHIRO  
FUJISAWA NOBURU

## (54) ELECTROPHORESIS DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain high contrast without considering a difference in the refractive index between a colorless, transparent insulating substrate and a dispersing layer.

**SOLUTION:** A convex and colorless, transparent insulating substrate 4 having a convex lens function is arranged so as to be opposed to a lower electrode 3 arranged on a lower substrate 2. An upper electrodes 6 are arranged on both sides or around the insulating substrate 4, and upper substrates 5 supporting the upper electrodes 6 have a light shading property. The upper electrodes 6 and the lower electrode 3 are almost in parallel, to uniformize electric field strength when voltage is applied. A space 10 partitioned by partitions 8 between the upper and lower electrodes 3, 6, and the insulating substrate 4 is filled with a colorless, transparent fluid 11 containing electrophoretic particles 12. The side faces 8a of the partitions 8 are set to a tilt angle  $\theta$  smaller than a critical angle. The respective electrophoretic particles 12 have equal electric charges, and are colored. A colored insulating layer 9 is provided on the lower electrode 3 and the side faces 8a of the partitions 8, color them in a color contrasted with the electrophoretic particles 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-121887

(P2003-121887A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003.4.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 F 1/167

識別記号

F I

G 0 2 F 1/167

テーマコード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-318161(P2001-318161)

(22) 出願日 平成13年10月16日 (2001.10.16)

(71) 出願人 000002886

大日本インキ化学工業株式会社

東京都板橋区坂下3丁目35番58号

(72) 発明者 海老根 俊裕

埼玉県上尾市愛宕3-9-19

(72) 発明者 藤沢 宜

千葉県白井市けやき台2-2 5-206

(74) 代理人 100064908

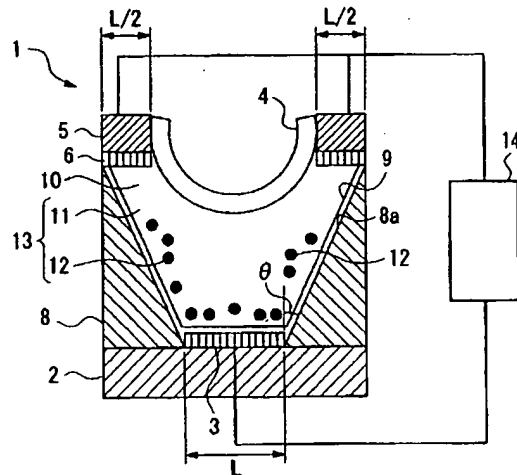
弁理士 志賀 正武 (外6名)

(54) 【発明の名称】 電気泳動表示装置

(57) 【要約】

【課題】 無色透明な絶縁基板と分散層の屈折率差を考慮することなく、高いコントラストを有する。

【解決手段】 下部基板2に設けた下部電極3に対向して凸レンズ機能を有する凸曲面形状で無色透明の絶縁基板4を設ける。絶縁基板4の両側または周囲に上部電極6を設け、上部電極6を支持する上部基板5は遮光性を有している。上部電極6と下部電極3は略平行で、電圧印加時の電界の強さを均一にする。上下部電極3、6、絶縁基板4間で隔壁8に仕切られた空間10に電気泳動粒子12を含む無色透明の流体11を封入する。隔壁8の側面8aは臨界角より小さい傾斜角 $\theta$ に設定する。電気泳動粒子12は同一の電荷を有し、着色する。下部電極3及び隔壁8の側面8aに着色絶縁層9を設けて電気泳動粒子12と対比する色に着色する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の画素を有する電気泳動表示装置において、

前記各画素は、第 1 の基板と、該第 1 の基板上に設けられている第 1 の電極と、該第 1 の電極に対向して設けられていて第 1 の電極側に凸の曲面構造を具備する無色透明の絶縁基板と、該絶縁基板に隣接して設けられている第 2 の基板と、該第 2 の基板上で前記第 1 の電極に対向して配置された第 2 の電極と、前記第 1 及び第 2 の電極間にあって無色透明の流体及び同極性の電荷を持つ着色された電気泳動粒子を含む分散層と、画素を分離する隔壁とからなり、

前記第 2 の基板または第 2 の電極に遮光性を付与すると共に、少なくとも前記第 1 の電極の表面が前記電気泳動粒子と対比し得る色を有する電気泳動表示装置。

【請求項 2】 前記隔壁の側面は前記第 1 の電極及び第 2 の電極間に位置して第 1 の電極に近づくにつれて対向する前記側面間の距離が次第に小さくなるようにした請求項 1 記載の電気泳動表示装置。

【請求項 3】 前記第 1 の電極及び第 2 の電極間の距離がほぼ一定になるようにした請求項 1 または 2 記載の電気泳動表示装置。

【請求項 4】 前記電気泳動粒子が白色で、前記第 1 の電極の表面、第 2 の基板および隔壁の側面が黒色である請求項 1 乃至 3 のいずれか記載の電気泳動表示装置。

【請求項 5】 前記電気泳動粒子が白色で、前記第 1 の電極の表面、第 2 の電極および隔壁の側面がそれぞれシアン、マゼンタ、イエロー、黒色の各画素からなり、当該各画素が横配置された請求項 1 乃至 3 のいずれか記載の電気泳動表示装置。

【請求項 6】 前記電気泳動粒子が黒色で、前記第 1 の電極の表面、第 2 の基板および隔壁の側面が白色である請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の電気泳動表示装置。

【請求項 7】 前記電気泳動粒子がそれぞれシアン、マゼンタ、イエロー、黒色からなり縦方向に積層配置された各画素において、少なくとも最上部の画素における前記第 2 の基板が白色であり、第 1 の電極の表面および隔壁の側面が最下部の画素のみ白色でそれ以外の画素では第 1 の基板、第 1 の電極および第 2 の電極及び隔壁が無色透明である請求項 1 乃至 3 のいずれか記載の電気泳動表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、特に低消費電力で目に優しい反射型表示装置等に用いられる電気泳動表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、反射型表示装置としては液晶を用いたものが主に開発されているが、液晶の旋光性を用いた一般的な液晶セルでは必ず偏光子を必要とし、反射光

は少なくとも 2 回偏光子を通過しなければならない。これにより反射率は 50% 以上減衰し、反射型表示装置としての特性を大きく左右する画面の明るさを低下させる等の致命的な要因となっている。これに対して電気泳動表示装置を用いた反射型表示装置は、低消費電力化、目に対する疲労削減などの利点がある。電気泳動表示装置を用いた反射型表示装置の用途としては、例えば案内表示などの看板掲示、パーソナルコンピュータ用の一時出力表示、移動体通信装置や携帯端末用の表示、広告表示、新聞、書籍等の表示装置といった分野などを挙げることができる。

【0003】 このような反射型表示装置に用いられる電気泳動表示装置として、例えば日本国特許第 900963 号、第 2551783、また米国特許 5930026 号に記載されているような装置が知られている。これらの電気泳動表示装置は二枚の電極の間に電気泳動粒子と色素を溶解させた絶縁性液体からなる分散層を挟み、電気泳動粒子と色素の対比色により画像を得るものである。つまり、各画素において、電気泳動粒子が観測者に近い一方の電極の表面に付着する場合には電気泳動粒子の色を目視でき、電気泳動粒子が観測者から遠い他方の電極の表面に付着する場合には、電気泳動粒子の色は絶縁性液体に隠蔽されるとともに絶縁性液体の色を目視できる。そしてこれらの画素が横方向（水平方向）に多数配列された状態で各画素の表示色を選択して表示装置全体でモノクロ画像等を表示できることになる。またカラー画像を表示するには電気泳動粒子または絶縁性液体をシアン、マゼンタ、イエロー、黒色に設定した各画素を配列すればよい。

【0004】 これらの電気泳動表示装置は、広視野角、高コントラスト、低消費電力という利点を備えてはいるものの、絶縁性液体に溶解した色素の電気泳動粒子への吸着や、電気泳動粒子が吸着された電極表面と電気泳動粒子との間への絶縁性液体の浸透などの悪影響により、高い反射率すなわち明るさと高いコントラストを両立させることが困難であるという大きな問題があった。また、マトリックス表示する場合、電気泳動粒子の泳動時間を短くして応答を速くしなければならない。そのためには電極間距離を短くする必要があるが、短くすると今度は着色された絶縁性液体による電気泳動粒子の色の吸収能力または遮蔽能力が小さくなり、隠蔽性低下によりコントラストが低くなるという問題があった。

【0005】 これらの問題を解決する手段として、画素毎に凹レンズ機能を有する上部基板を備えた電気泳動表示装置が特開 2001-174853 に示されている。この方法では絶縁性液体を無色透明とし、電気泳動粒子と隔壁側面に配した着色層や着色フィルターとで色の対比を得るようにしている。しかも上部電極を曲面構造にして電気泳動粒子を吸着する二つの電極間距離を一定にすることで高速応答と高コントラストを得ることができ

る。また曲面構造とした上部電極の外側に設けた上部基板が凹レンズの役割を果たすので下部電極を小さく見せてこの電極に吸着された電気泳動粒子を目立たなくしている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述の電気泳動表示装置では、コントラストを向上させるために凹レンズ機能を利用しているにすぎないため下部電極に吸着された電気泳動粒子の隠蔽が十分でなくコントラスト発現に限界があり、電気泳動粒子の隠蔽を利用した方法に比べると必然的にコントラストが劣るという大きな問題がある。また、観測側の上部基板に凹レンズ機能を持たせるために分散層の絶縁性液体の屈折率を上部基板の屈折率より小さくするとしているが、事実上ガラスやプラスチックなど無色透明の絶縁層である上部基板と比較して非常に小さな屈折率を有する絶縁性液体を得ることは材料面から見て極めて困難であるという実用上の問題も有する。本発明は、上述のような実情に鑑みて、高いコントラストを有する電気泳動表示装置を提供することを目的とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による電気泳動表示装置は、複数の画素を有する電気泳動表示装置において、各画素は、第1の基板と、第1の基板上に設けられている第1の電極と、第1の電極に対向して設けられていて第1の電極側に凸の曲面構造を具備する無色透明の絶縁基板と、絶縁基板に隣接して設けられて第2の基板と、該第2の基板上で第1の電極に対向して配置された第2の電極と、第1及び第2の電極間にあって無色透明の流体及び同極性の電荷を持つ着色された電気泳動粒子を含む分散層と、画素を分離する隔壁とからなり、第2の基板または第2の電極に遮光性を付与すると共に、少なくとも第1の電極の表面が電気泳動粒子と対比し得る色を有することを特徴とする。従って、第1及び第2の電極に異なる極性の電圧を印加することで第1の電極に電気泳動粒子が吸着されれば凸レンズ機能を有する絶縁基板を通して電気泳動粒子の色を拡大して観察することができ、逆に第2の電極に電気泳動粒子が吸着されれば第1の電極の表面（と隔壁の側面）の色を拡大観察できる。そのためいずれの場合も高いコントラストが得られ、流体についてもガラスやプラスチック等の無色透明な絶縁基板より屈折率の小さい材質に限定されることなく材料を選択できる。尚、第1の電極表面だけでなく隔壁の側面にも電気泳動粒子と対比し得る色を付与することで、絶縁基板を通した目視の際に目視方向の角度に係わらず同一の色のみを視認でき、目視角度に係わらずコントラストが高い。

【0008】また隔壁の側面は第1の電極及び第2の電極間に位置していて第1の電極に近づくにつれて対向する前記側面間の距離が次第に小さくなるようにしてもよ

い。コントラストが高い上に各画素の専有面積を小さくできる。第1の電極は各画素面積より小さい面積にできる。また第1の電極及び第2の電極間の距離がほぼ一定になるようにしてもよい。第1及び第2の電極の電圧の印加や極性切り換えに際して、吸着された電気泳動粒子が各電極の一部に集中することを防止してほぼ均一に電極を被覆するからコントラストを高めることができる。

【0009】また着色表示に際して、各画素の電気泳動粒子が白色で、第1の電極の表面および隔壁の側面（及び第2の基板）が黒色であってもよい。或いは各画素の電気泳動粒子が黒色で、第1の電極の表面および隔壁の側面（及び第2の基板）が白色であるようにしてもよい。各画素についてモノクロ表示ができる。また複数の画素について、各電気泳動粒子が白色で、第1の電極の表面、第2の基板および隔壁の側面（及び第2の基板）がそれぞれシアン、マゼンタ、イエロー、黒色からなるの各画素からなり、これらの各画素が横配列されていてもよい。電気泳動表示装置全体でこれら多数の画素によってカラー画像表示が行える。また各電気泳動粒子がそれぞれシアン、マゼンタ、イエロー、黒色からなる複数の画素が縦方向に積層配列されており、これら複数の画素において、少なくとも最上部の画素における第2の基板が白色であると共に、最下部の画素における第1の電極の表面および隔壁の側面が白色で、それ以外の画素では第1の基板、第1の電極、第2の電極および隔壁が無色透明であるように構成してもよい。複数の画素を積層配列した構成でカラー画像表示できる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の実施の形態による電気泳動表示装置における一画素の縦断面図である。図1に示す実施の形態による電気泳動表示装置1は単一の画素の縦断面を示すもので、任意の絶縁性材料からなる下部基板2（第1の基板）上に下部電極3

（第1の電極）が配設されており、下部電極3は例えばライン状またはドット状にパターン化された金属膜である。下部電極3に対向する位置に下部電極3に向かって凸曲面形状をなす無色透明の絶縁基板4が設けられている。絶縁基板4は例えば同一厚さの凸曲面板状を呈しており、下部基板2側に凸をなす構成を持つことで凸レンズ機能を有している。この絶縁基板4は下部電極3が例えばライン状の場合には円筒周面状に形成され、ドット状の場合には球面状となる。絶縁基板4の両側または周囲には遮光性を有する上部基板5が設けられ、上部基板5の下側には下部電極3とは反対の極性を有する上部電極6（第2の電極）が設けられている。上部電極6は各画素毎に絶縁基板4が例えば球面状である場合には絶縁基板4の周囲に略リング状に形成され、絶縁基板4が円筒周面状であれば絶縁基板4を挟んで両側に分離して形成されている。

【0011】そして、下部電極3と上部電極6とは互い  
に對向して略平行に配設され、図1において下部電極3  
の幅Lに対して絶縁基板4を挟んで二つに分離して見え  
る上部電極6はそれぞれL/2ずつの幅で同一面積を有  
していることが好ましい。上部電極6は好ましくは下部  
電極3よりも狭い面積を有している。また絶縁基板4は  
上部電極6よりも下部電極3側に凸曲面形状の一部が突  
出して位置している。また下部電極3と上部電極6との  
間は隔壁8で仕切られており、隔壁8の内側の側面8a

は下部電極3の両端から上部電極6の両端に向けて外側  
に傾斜して形成されており、その傾斜角は適宜の値 $\theta$ に  
設定されている。隔壁8は両電極3、6間のギャップ  
(距離)と絶縁性を保つ役割を果たし、側面8aの傾斜  
角 $\theta$ が臨界角(通常、約 $41^\circ$ )となった場合、外部から  
入射する入射光が絶縁基板4及び流体11(通常、ほ  
ぼ同一の屈折率を有しているといえる)で屈折して側壁  
8aで反射した際、反射光が絶縁基板4を通して外部に  
通過しないと全反射の状態となってしまう外部から視認  
できずデッドスペースになる。反射光の全反射に起因し  
てデッドスペースが形成されるとコントラストの低下を  
生じるため、これを回避するために傾斜角 $\theta$ は臨界角より  
小さな値に設定することが好ましい。例えば空気  
の屈折率を $n_1$ ( $\approx 1$ )、プラスチックやガラス等の絶縁基  
板4及び無色透明な流体11の屈折率を $n_2$ ( $\approx 1.5$ )  
とした場合、臨界角は $\arcsin(n_1/n_2)$ で求まる。そのため、全反射を防ぐには $\theta < \arcsin(n_1/n_2)$   
に設定すればよい。一般に臨界角は $41^\circ$ であるから、傾斜角 $\theta$ は $41^\circ$ 未満に設定すればよい。

【0012】また画像切り換えや電極のオン、オフに際  
して、応答速度を速め、視野角依存性を小さくするた  
めに両電極3、6間の距離は短い方が好ましく、そのた  
めに隔壁8の高さはできるだけ低い方が好ましい。隔壁8  
の側面8aと下部電極3の表面は適宜の色に着色されて  
おり、本実施の形態では着色絶縁層9が被覆されてい  
る。そして上下電極3、6と隔壁8と絶縁基板4で仕切  
られた空間10内には無色透明の流体11と着色された  
電気泳動粒子12とからなる分散層13が封入されてい  
る。電気泳動粒子12と着色絶縁層9とは例えば黒と白  
等、互いに対比し得る色に設定されている。着色した複  
数の電気泳動粒子12は流体11の中で同極性の電荷を持  
って分散している。流体11としては可視域の光の透過  
性が良く、電気泳動粒子12に対する溶解能が小さく  
電気泳動粒子12を安定に分散でき、イオンを含まずか  
つ電圧印加によりイオンを生じない絶縁性のものが望  
ましい。また電気泳動粒子12の浮沈防止のためには電気  
泳動粒子12と比重がほぼ等しく、電圧印加時における  
電気泳動粒子12の迅速な移動を促すために粘性の低い  
ものが好ましい。下部電極3と上部電極6とは電気回路  
14に電氣的に接続されており、両電極3、6において

電圧の印加と切断、極性の切り換え等を適宜行うこと  
になる。一旦下部電極3または上部電極6に電気泳動粒  
子12が吸着された後で電圧印加を遮断した場合でも、  
電気泳動粒子12はその位置に保持されるというメモリ  
機能を有する。

【0013】ここで、下部基板2と上部基板5は、十分  
な絶縁性及び微視的な平面性を保ち、十分な構造を維  
持する強度を有するものであれば、特に限定されない。  
セルの構造が保たれる限りフレキシブルな基板でもよい。  
具体的な材料としてはガラス、プラスチック、セラミ  
ックが好ましい。下部電極3及び上部電極6を構成する  
電極材料としては、アルミニウム、銅、銀、金、白金な  
どの良導電性のものが好ましい。また、透明電極材料と  
しては、酸化スズ、酸化インジウム、ITO、ATO、ヨ  
ウ化銅などの薄膜を用いることが好ましい。電極形成は  
蒸着、スパッタリング、フォトリソグラフィなど通常  
の方法で行うことができる。凸曲面形状からなる無色透  
明の絶縁基板4としては、十分な絶縁性及び無色透明性  
を有し、凸レンズ構造を作製できるものとする。具体  
的な材料としては、ガラス、プラスチック、セラミック  
が好ましい。また、その加工の方法は材料に応じて、ス  
タンパ成形法、ドライエッチング法、ウェットエッチ  
ング法、テンプレート法などを用いることができる。また  
上部電極6を配置する遮光性の上部基板5の場合、もし  
くは下部電極3を配置する下部基板2に電気泳動粒子1  
2との対比色を担わせる場合には、適当な顔料や染料を  
ガラス、プラスチックまたはセラミックに混合したもの  
や有色セラミックを基板として用いることができる。上  
部基板5が無色透明の場合には、遮光性を有する着色電  
極を上部電極6として設けても良いし、また上部基板5  
の上部電極6とは反対側の表面上に、遮光性付与のため  
の着色絶縁層9を設けても良い。

【0014】隔壁8の材料として、ガラス、プラスチック  
、セラミックなどの絶縁性材料が好ましい。また、着  
色絶縁層9を設けることなく隔壁8自体に電気泳動粒  
子12との対比色を担わせる場合は、適当な顔料、染料  
をガラスやプラスチック、セラミックに混合したもの  
や有色セラミックを用いることができる。電気泳動粒  
子12の対比色を担わせる着色絶縁層9には、この絶縁  
層自身が対比色を有するもの、あるいは対比色を担う  
顔料、染料をこの絶縁層に混合したものを使用するこ  
とができる。着色絶縁層9の材料および厚さは、分散  
層13に十分な電圧が印加され、かつ表示ムラを生じ  
ない限りにおいて、特に限定されるものではない。着  
色絶縁層9用の材料としては、例えば酸化チタン、酸  
化珪素、酸化アルミニウムなどの無機物、あるいはポ  
リエチレン、ポリスチレン、フェノール樹脂、ポリ  
アミド、ポリアイミド、ポリプロピレン、エポキシ  
樹脂、ポリ塩化ビニル、フッ素樹脂、シリコン樹脂  
などの有機物を用いることができる。電気泳動粒子1  
2との対比色を担う顔料や染料を混

合する場合、その材料は特に限定されないが安定且つ均一に着色絶縁層9に保持されるものが選択される。電極3、6あるいは基板2、5上への絶縁層の形成には、材料に応じてスパッタリング、蒸着、溶液塗布、溶液浸漬、スピコート、ラングミュアプロジェクト法などの通常の手法を用いることができる。誘電体層の厚さは、例えば、数nmから数 $\mu\text{m}$ が考えられる。なお、電気泳動粒子12の電極表面上への不可逆的な吸着、および電極表面での水等の不純物の電気化学反応を防止するために、下部電極3のみならず上部電極6表面にも必要に応じてフッ素樹脂などの絶縁層を設けることが望ましい。

【0015】また電気泳動粒子12は、流体11中に安定に分散されており単一の極性を有するとともにその粒径分布が小さいことが、表示装置の寿命、コントラスト、解像度などの観点から望ましい。その粒径は0.1 $\mu\text{m}$ から5 $\mu\text{m}$ が好ましく、この範囲内であれば光散乱効率が低下せず、電圧印加時において十分な応答速度が得られる。電気泳動粒子12の材料としては、有機顔料や無機顔料など特に限定されないが、有機顔料としては、例えばアゾ系顔料、ポリ縮合アゾ系顔料、メタルコンプレックスアゾ系顔料、フラバンスロン系顔料、フタロシアニン系顔料、キナクリドン系顔料、アントラキノ系顔料、アントラピリジン系顔料、ピランスロン系顔料、ジオキサジン系顔料、ペリレン系顔料、ペリノン系顔料、イソインドリノン系顔料、キノフタロン系顔料、チオインジゴ系顔料、インダンスレン系顔料等がある。また無機顔料としては、例えば亜鉛華、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、アンチモン白、カーボンブラック、鉄黒、ベンガラ、マピコエロー、鉛丹、カドミウムエロー、硫化亜鉛、リトボン、硫化バリウム、セレン化カドミウム、硫酸バリウム、クロム酸鉛、硫酸鉛、炭酸バリウム、炭酸カルシウム、鉛白、アルミナホワイト等が挙げられる。

【0016】また上述の電気泳動粒子材料に対して用いることのできる絶縁性液体である流体11としては、ガラスやプラスチックなど無色透明の絶縁基板4との屈折率差を特に考慮することなく、例えば、ヘキサン、デカン、ドデカン、ヘキサデカン、ドデシルベンゼン、クロセン、トルエン、キシレン、オリーブ油、大豆油、ごま油、リン酸トリクレシル、イソプロパノール、トリクロロトリフルオロエタン、ジプロモテトラフルオロエタン、テトラクロロエチレン、シリコンオイル、フルオロカーボン、フッ素化ポリエーテル、純水などの一般的な絶縁性液体を挙げることができる。なお、電気泳動粒子12の浮沈防止のために電気泳動粒子12との比重整合を行う場合などは流体11として混合流体の利用も可能である。本実施の形態において、電気泳動粒子12及び流体11からなる分散層13における混合重量率は、電気泳動粒子12の電気泳動性が阻害されずかつ分散層13の反射制御が十分に行える限り特に限定されるもの

ではないが、例えば1重量%から20重量%が好ましい。

【0017】また電気泳動粒子12の電荷を増加させるため、あるいは同極性にするために、必要に応じて前述の流体11に樹脂、界面活性剤等の添加剤を加えることができる。分散層13の厚さは電気泳動粒子12の外径より大きく、電気泳動粒子12の運動を妨げない限り特に限定されるものではないが、電圧印加時の応答速度を速め、視野角依存性を小さくするためには、できるだけ薄いことが望ましい。このような観点から、分散層13の好ましい厚さは5 $\mu\text{m}$ から200 $\mu\text{m}$ である。本実施の形態において、電気回路14は特に限定されるものではないが、例えば、最大定格電圧100V、電源容量10mAの電源を擁し、その極性を任意に設定できるものなどを用いることができる。

【0018】この電気泳動表示装置1を用いてアクティブマトリックス駆動を行う場合は、下部基板2上にスイッチング素子(TFT等)を形成し、多数の上部電極6を構成する信号電極群と多数の下部電極3を構成する走査電極群を略直交させて設ける。反射型表示の場合、透過型表示装置と比較して開口率を考慮する必要が無いので下部基板2上でのスイッチング素子の設計には場所的な余裕がある。またパッシブマトリクス駆動を行うには信号電極群と走査電極群とを略直交配置すればよい。

【0019】本実施の形態による電気泳動表示装置1は各画素が上述の構成を有しているから、下部電極3に電気泳動粒子12とは異なる極性の電圧を印加し、上部電極6には電気泳動粒子12と同一の極性を印加した場合、電気泳動粒子12は下部電極3上に吸着されて集められる。これを凸曲面を備えた絶縁基板4を通して外部から目視すると、無色透明の絶縁基板4の凸レンズ効果により下部電極3に吸着された電気泳動粒子12が拡大された状態で見え、画素全体に電気泳動粒子12の着色が表示されることになる。この場合、隔壁8の側面8aに設けた着色絶縁層9の色は電気泳動粒子12の色とは異なる対比色ではあるが、絶縁基板4を通した拡大像の視野の外に位置するためにほとんど視認できない。また、上部電極6に電気泳動粒子12と異なる極性の電圧を印加し下部電極3に電気泳動粒子12と同一極性の電圧を印加すると、電気泳動粒子12は遮光性を有する上部基板5の裏面に位置する上部電極6に吸着されるために上部基板5によって隠蔽される。そのため、絶縁基板4を通して外部から見ると下部電極3や側壁8aの表面に被覆する着色絶縁層9の色が拡大された状態で見えることになる。しかも下部電極3と上部電極6との間の距離を一定に設定したことで、図2に示すように両電極3、6間に電圧を印加した際に電界の強さを一定にすることができて電気力線を一定にすることができる。そのため各電極3、6間の距離の短い一部分に電気泳動粒子12が集中することがなく、電気泳動粒子12の両電極

3, 6間の移動が迅速且つスムーズで各電極全体に均一に電気泳動粒子12が吸着され、高いコントラストを得られる。

【0020】したがって本実施の形態によれば、基本的には電気泳動粒子12の色と下部電極3の表面等の着色絶縁層9の色の対比から高いコントラストが得られることになる。しかも電気泳動表示装置1の各画素について、隔壁8の高さを低くして電極3, 6間の距離を短くすることで遮蔽性の問題を生じることなく応答速度を速めることができる。また電気泳動粒子12を下部電極3に吸着させた際、凸曲面形状を有する絶縁基板4を通して見る角度(視野角)によって電気泳動粒子12から外れた側面8aの着色絶縁層9が視認されることを防止でき、視野角依存性を小さくすることができる。更に上部電極6と下部電極3の距離を一定にすることで電界の強さを一定にできて電気力線を一定にすることができるから、電気泳動粒子12が片寄って下部電極3または上部電極6に吸着されることがなく、この点からもコントラストを向上できる。

【0021】次に上述の実施形態による電気泳動表示装置1の一面素分の構成が複数設けられた電気泳動表示装置(便宜的に符号20を用いる)の全体構成について図3により説明する。本実施の形態による電気泳動表示装置20には、図1に示す一面素分の構成が複数、横方向即ち平面方向に配列されている。このような電気泳動表示装置20は、例えば図3に示すように、下部基板102(下部基板2)上に複数の下部電極3を構成する走査電極群103が形成され、その表面には着色絶縁層109が設けられている。下部基板102上には各側面108aに着色絶縁層109が設けられた隔壁108(隔壁8)が設けられており、隔壁108は複数の空間110(空間10)が走査電極群103に略直交する方向に延在するように配列され、各空間110は一对の側壁108a, 108a(側壁8a)で仕切られている。隔壁108の上部には複数の上部電極6を構成する信号電極群106と絶縁基板104(絶縁基板4)とを有する上部基板105(上部基板5)が設けられている。絶縁層104は空間110の上部に位置してその延在方向に円筒周面形状の凸レンズ構造が連続する凸曲面部を有しており、その両側には絶縁基板104に沿って各一对の信号電極群106が連続して設けられている。そして走査電極群103は信号電極群106と互いに略直交するように延在しており、単純マトリクス駆動が可能である。そして走査電極103と信号電極106の間の空間110内には図示しない電気泳動粒子12と流体11を含む分散層13が封入されることになる。

【0022】尚、図3に示す電気泳動表示装置20はモノクロ表示画像を得るための構成であり、例えば各画素における電気泳動粒子12を白色に着色し、走査電極103(下部電極2)及び隔壁108の側面108aの着

色絶縁層109と、上部基板105とを黒色とする方法が採用されている。他の方法として、逆に各画素における電気泳動粒子12を黒色とし、走査電極103(下部電極2)及び隔壁108の側面108aの着色絶縁層109と、上部基板105とを白色とする方法も挙げることができる。モノクロ画像表示の場合、1つの空間110の延在方向に沿って複数の走査電極103(下部電極3)が配列されており、走査電極103の数に応じた一列の複数の画素を構成するが、これら一列の各画素間は隔壁108で仕切られていない。この場合、電気泳動粒子12が隣の画素の電極に吸着されることもあり得るが、同一の色であるためにコントラストの低下等の不具合は生じない。これに対して、電気泳動表示装置20でカラー表示画像を得るためには、隣り合う画素間で電気泳動粒子12の色が異なることがあるから、1つ1つの画素毎に隔壁108で仕切る必要がある。

【0023】電気泳動表示装置20においてカラー表示画像を得るための一つの方法として、複数の画素における各電気泳動粒子12が白色で、走査電極103(下部電極3)の表面及び隔壁108の側面108aの着色絶縁層109と上部基板105とを各画素毎にそれぞれシアン、マゼンタ、イエロー、黒色に設定して、各画素を横方向(水平方向)に配置する方法が挙げられる。或いは電気泳動粒子12と走査電極103等の着色絶縁層109等との配色を逆に設定してもよい。更にもう一つの方法として複数の画素において、電気泳動粒子12がそれぞれシアン、マゼンタ、イエロー、黒色とされた各画素を順次縦方向(積層方向)に配置し、積層された画素のうち少なくとも最上部の画素における上部基板105が白色で、走査電極103(下部電極3)の表面および隔壁108の側面108aが最下部の画素のみ白色の着色絶縁層109で、それ以外の画素では下部基板102、走査電極103、隔壁108を無色透明とする方法を挙げることができる。この場合、着色絶縁層109を設けなくてもよい。

【0024】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例を示す。一面素分が図1に示した電気泳動表示装置1の構造と同様の構造を有し、しかも全体に図3に示す構成と同様の構成を有する電気泳動表示装置20において、各部材の選択、形成及び設定を以下のようにして行った。下部基板2は厚さ1mmの無色透明のガラス製基板102とし、下部電極3は幅30 $\mu$ m、間隔50 $\mu$ mにパターンニングされたITOとした。また上部基板5はポリカーボネイト製とし、上部電極6は幅30 $\mu$ m、間隔50 $\mu$ mにパターンニングされたITOとした。上部基板5において上部電極6とは反対側の表面上に、スクリーン印刷法を用いて遮光のための黒色絶縁層パターンを設けた。続いて図1の構造に基づき、当該黒色絶縁層の間にスタンプ形成法を用いて幅50 $\mu$ m、中央部のくぼみ深さ10 $\mu$ m



の円筒周面状をなす凸レンズ構造として形成した無色透明の絶縁基板4を作製した。

【0025】隔壁8を低融点ガラスにてスクリーン印刷法を用いて形成し、臨界条件を回避するために図1における隔壁8は側面8aの傾斜角 $\theta$ =約30度となるように高さを17 $\mu$ mに設定した。図1に示す縦断面で分散層13を挟む隔壁8の間隔は50 $\mu$ mとした。着色絶縁層9は硫酸バリウム微粉末をフッ素樹脂に混入したものをディップコートにより厚さ約0.5 $\mu$ mで側面8a上に形成した。電気泳動粒子12として黒色樹脂トナー

(粒径1 $\mu$ m)を、また透明な流体11としてイソプロパノールを用い、両者を電気泳動粒子12の混合重量率が10%となるように混合し、さらに分散安定性の向上のために微量の界面活性剤を添加し、分散層13を準備した。この場合、電気泳動粒子12は表面が負に帯電している。

【0026】このようにして得られた電気泳動表示装置1の一面素分の作用を以下に述べる。まず電気回路10により下部電極3と上部電極6を各々正極、負極となるように電圧30Vの直流電圧を印加すると、負に帯電した電気泳動粒子12は下部電極3に移動し着色絶縁層9表面に吸着される。このとき、無色透明な絶縁基板4を通して外部から観測すると絶縁基板4の凸レンズ効果により電気泳動粒子12の黒色が拡大されて観察できた。この状態は電気回路10と電極との電氣的接続を切り、電圧印加を遮断した後も持続され、本電気泳動表示装置1がメモリ機能を有することを示した。次に、先の場合と極性を反転して電圧印加を行った。すなわち下部電極3が負極、上部電極6が正極となるように30Vの直流電圧を印加すると、電気泳動粒子12は上部電極6に吸着されるため、遮光性の上部基板5により隠蔽される。観測者からは絶縁基板4による凸レンズの効果により着色絶縁層9の白色を視認できた。この場合も、電気回路10と電極との電氣的接続を遮断した後も電気泳動粒子12の吸着状態が保持され、電気泳動表示装置1がメモリ機能を有することが確認された。光学反射特性は、白表示、黒表示とも各々着色絶縁層9および電気泳動粒子6単独の場合とほぼ等しく、当該電気泳動表示装置が広視野角、明るさに加えて、高コントラストをも与えることを確認できた。

【0027】尚、絶縁基板4を通して画素を目視する場合、下部電極3のみを目視できる程度に隔壁8の高さや下部電極3の面積を設定した場合には、着色絶縁層9は下部電極3のみ被覆すればよく、隔壁8については着色絶縁層9を設ける必要はない。また着色絶縁層9は必ずしも設ける必要はなく、隔壁8や下部電極3自体を着色して構成してもよい。いずれの場合も隔壁8の側面や下部電極3の表面が着色状態で視認できればよい。なお、

本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0028】

【発明の効果】上述のように本発明による電気泳動表示装置では、各画素は、第1の電極に対向して設けられていて第1の電極側に凸の曲面構造を具備する無色透明の絶縁基板と、絶縁基板に隣接して設けられている第2の基板上で第1の電極に対向して配置された第2の電極と、無色透明の流体及び同極性の電荷を持つ着色された電気泳動粒子を含む分散層と、画素を分離する隔壁とからなり、第2の基板または第2の電極に遮光性を付与すると共に、第1の電極の表面及び隔壁の側面が電気泳動粒子と対比し得る色を有するから、屈折率の小さな分散層を使用することに限定されることなく、拡大観察できて高コントラストの電気泳動表示装置を得ることができる。

【0029】また隔壁の側面は第1の電極及び第2の電極間に位置して第1の電極に近づくにつれて対向する前記側面間の距離が次第に小さくなるようにしたから、コントラストが高い上に各画素の専有面積を小さくできる。また第1の電極及び第2の電極間の距離がほぼ一定になるようにしたため、第1及び第2の電極の電圧の印加や極性切り換えに際して、電気泳動粒子が各電極の一部に集中することを防止してほぼ均一に電極を被覆してコントラストを高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態による電気泳動表示装置の一面素の縦断面図である。

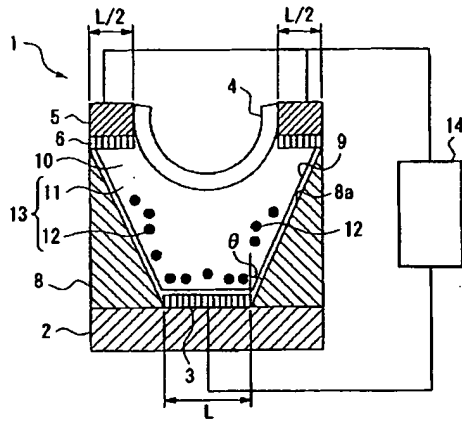
【図2】 図1に示す電気泳動表示装置の電極に電圧を印加した際の電界を示す説明図である。

【図3】 図1に示す画素の構造が複数設けられた電気泳動表示装置の全体構成を示す分解斜視図である。

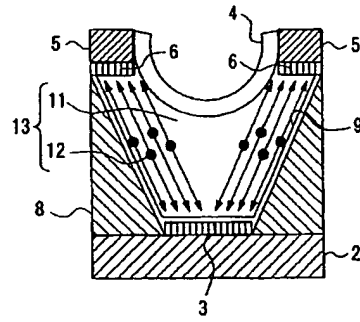
【符号の説明】

- 1、20 電気泳動表示装置
- 2 下部基板（第1の基板）
- 3 下部電極（第1の電極）
- 4 絶縁基板
- 5 上部基板（第2の基板）
- 6 上部電極（第2の電極）
- 8、108 隔壁
- 8a、108a 側面
- 9 着色絶縁層
- 10 電気回路
- 11 流体
- 12 電気泳動粒子
- 103 走査電極群
- 106 信号電極群

【図1】



【図2】



【図3】

